

## HYBRID DUMP TRUCK

**Publication number:** JP2000299901

**Publication date:** 2000-10-24

**Inventor:** ITO KOICHIRO; MURAKAMI NOBUAKI

**Applicant:** KOMATSU MFG CO LTD

**Classification:**

**- international:** B60L11/12; B60K6/20; B60K6/26; B60K6/28; B60K6/46; B60W10/08; B60W10/18; B60W10/26; B60W20/00; B60K8/00; B60L11/02; B60K6/00; B60W10/08; B60W10/18; B60W10/26; B60W20/00; B60K8/00; (IPC1-7): B60K6/00; B60K8/00; B60L11/12

**- European:**

**Application number:** JP19990102594 19990409

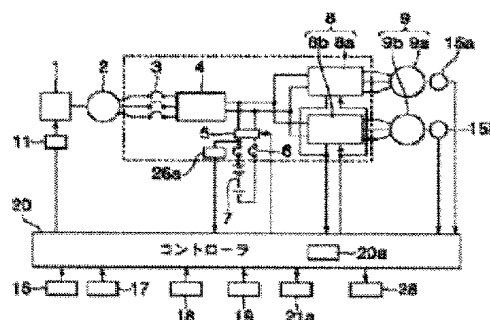
**Priority number(s):** JP19990102594 19990409

**Report a data error here**

### Abstract of JP2000299901

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a hybrid dump truck for enhancing productivity. **SOLUTION:**

The dump truck comprises motors 9a, 9b for driving drive wheels, an engine 1 for a generator 2, a rectifier 4 for converting AC output power from the generator 2 into DC power, inverters 8a, 8b connected with the DC output line of the rectifier 4 in order to control the r.p.m. of the drive motors 9a, 9b, a battery 7 connected in parallel with the DC output line of the rectifier 4 and the input power supply line of the inverters 8a, 8b, and a controller for delivering a speed command signal to the inverters 8a, 8b depending on the acceleration. The drive motors 9a, 9b have a maximum output larger than that of the engine 1 and the controller 20 has a battery charge/discharge control means 23 for assisting the driving power of the drive motors 9a, 9b with a discharging current by delivering a command for enabling discharging from the battery 7 to a battery switch 5 when a power larger than the maximum output power of the engine 1 is required for driving the drive motors 9a, 9b.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A drive motor which drives a driving wheel (9a, 9b).

An engine (1) which rotates and generates a dynamo (2).

A rectifier (4) which changes into a direct current exchange which a dynamo (2) outputted.

An inverter which an input power line is connected to a dc output line of a rectifier (4), and controls number of rotations of a drive motor (9a, 9b) according to a speed commands signal from the outside, and controls the vehicle speed (8a, 8b).

A battery (7) connected in parallel with a dc output line of a rectifier (4), and an input power line of an inverter (8a, 8b), and a controller which outputs a speed commands signal of a drive motor (9a, 9b) to an inverter (8a, 8b) according to the amount of treading in of an accelerator pedal, and controls the vehicle speed.

Are the above the hybrid type dump truck which it had, and a drive motor (9a, 9b), Have the larger maximum output than the engine (1) maximum output, and from a battery (7) before a dc output line of a rectifier (4), and an input power line of an inverter (8a, 8b). A battery open/close switch (5) switched so that either discharge to an inverter (8a, 8b) from a battery (7) and charge to a battery (7) from a rectifier (4) may be made possible by input instructions is formed, When controlling revolving speed of a drive motor (9a, 9b) according to the amount of treading in of an accelerator pedal, a controller (20), When larger electric power than generated output at the time of the engine (1) maximum output is required for a drive of a drive motor (9a, 9b), It has a battery charge-and-discharge control means (23) which generates smoothly discharge to an inverter (8a, 8b) from a battery (7) for instructions to a battery open/close switch (5) as it is possible, and assists a drive motor (9a, 9b) with driving power according to discharge current.

[Claim 2]The hybrid type dump truck comprising according to claim 1:

A running data input means (21) as which a controller (20) inputs a desired value of running data, such as number of rotations for power generation with an engine (1) according to the vehicle speed according to a road surface state, the vehicle speed, and a road surface state of a running route. When it runs one cycle of predetermined running routes according to a predetermined desired value of inputted running data, An electric energy integration means (24) which calculates electric power production of a actual engine (1) in the meantime, driving electric energy of a drive motor (9a, 9b), and the amount of regenerative power revived from a drive motor (9a, 9b), respectively, and calculates an electric energy integrated value over a battery (7).

A running data update means (25) which updates the present running data based on a calculated electric energy integrated value so that the total electric energy at the time of charge may become large rather than the total electric energy at the time of discharge of a battery (7).

[Claim 3]In the hybrid type dump truck according to claim 1, a battery charge-and-discharge control means (23) of a controller (20), A hybrid type dump truck outputting instructions which assist engine (1) with generated output according to discharge current from a battery (7) to a battery open/close switch (5) as driving power of a drive motor (9a, 9b) in case a running route is Tosaka.

[Claim 4]In the hybrid type dump truck according to claim 1, a battery charge-and-discharge control means (23) of a controller (20), A hybrid type dump truck outputting instructions which charge surplus generated output at a battery (7) to a battery open/close switch (5) when engine (1)

generated output is larger than driving power which a drive motor (9a, 9b) needs.

[Claim 5] In the hybrid type dump truck according to claim 1, a battery charge-and-discharge control means (23) of a controller (20), A hybrid type dump truck outputting instructions which charge generated output with an engine (1), and regenerative power by a drive motor (9a, 9b) at a battery (7) to a battery open/close switch (5) when a running route is driving down slope.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the hybrid type dump truck which suits operation in a mine.

[0002]

[Description of the Prior Art]Conventionally, in the open pit mine, the electric drive type dump truck has been widely used as an off-road large-sized dump truck which carries an ore and topsoil. After loading into a dump truck the ore in which it worked a mine by the trough, going up a hill and carrying out earth removal in the predetermined earth removal position of an apex part, the work which specifies and runs the running route of the cycle of returning to a trough again is common in an open pit mine. Mileage is usually long at the time of a climb, since it is moreover in a cargo state, still bigger traction than a flat-ground run is needed, and shortening of this climb time has become one of the very important technical problems for the productivity drive in a mine. From this, the following two drive systems are about adopted as the electric drive type dump truck.

[0003]The place which needs big traction among running paths in the 1st method as shown in drawing 6. Construct the wire 51 for trolleys on (for example, a climb way), and drive a direct-current electric motor using the power energy which was made to rotate a dynamo with an engine and was generated at the time of a usual run in the flat ground etc., and it controls a driving wheel, The motor drive by the above-mentioned engine power generation is assisted with the electric power which receives transmitted electricity from trolley wire at the time of a climb. The dump truck by such trolley assistance consumes the regenerative energy of a direct-current electric motor by resistance heating by dynamic brake, and he is trying to apply braking at the time of driving down slope and braking. The volts alternating current which drove the dynamo with the engine and was generated is changed into a direct current, and he drives a direct-current electric motor only by this generated output, and is trying to apply braking by dynamic brake like the 1st method of the above by the 2nd method again at the time of braking.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, there are the following problems in the above-mentioned conventional electric drive type dump truck. In the 1st electric drive method, in order to raise productivity, can enlarge traction by trolley assistance at the time of Tosaka, and can accelerate, but. Above-ground installations, such as a substation which supplies the electric power of high tension to trolley wire and this trolley wire, must be formed, and since the initial cost is dramatically high, a transportation cost becomes expensive as a whole. In response to influence, the contact with a trolley wire conductor and a pantograph and a pantograph bounce tend to generate unevenness of a traveling road surface frequently, for this reason the abrasion of contact wire is large and a running cost also requires it. There is a problem that change of the running path which new facility cost starts with change and extension of the Tosaka course, for this reason mining by a trough takes for progressing cannot be freed.

[0005]In the 2nd electric drive method, in order to raise productivity, when accelerating the vehicle speed at the time of Tosaka (for example, it may be twice), the large-sized dump truck which needed to increase the engine output, for this reason carries the engine of high power further must be introduced. However, high power is required only at the climb time, it cannot be said to be fully using the performance of a high power engine to the usual flat-ground run, but has been the superfluous

performance rather, and, as a result, a transportation cost becomes high. Since regenerative energy is made to only generate heat by dynamic brake resistance at the time of braking, energy efficiency is bad, therefore, since there are many burn-out fuels, a running cost becomes high and the problem that productivity is low also has it.

[0006] This invention is made paying attention to the above-mentioned problem, and an object of this invention is to provide the hybrid type dump truck which can improve productivity.

[0007]

[Means for Solving the Problem and its Function and Effect] In order to attain the above-mentioned purpose, the 1st invention concerning this invention, A drive motor which drives a driving wheel, and an engine which rotates and generates a dynamo, An inverter which an input power line is connected to a dc output line of a rectifier which changes into a direct current exchange which a dynamo outputted, and a rectifier, and controls number of rotations of a drive motor according to a speed commands signal from the outside, and controls the vehicle speed, A battery connected in parallel with a dc output line of a rectifier, and an input power line of an inverter, In a hybrid type dump truck provided with a controller which outputs a speed commands signal of a drive motor to an inverter according to the amount of treading in of an accelerator pedal, and controls the vehicle speed, Have a drive motor and the larger maximum output than the engine maximum output from a battery before a dc output line of a rectifier, and an input power line of an inverter. Form a battery open/close switch switched so that either discharge to an inverter from a battery and charge to a battery from a rectifier may be made possible by input instructions, and a controller, When controlling revolving speed of a drive motor according to the amount of treading in of an accelerator pedal and larger electric power than generated output at the time of the engine maximum output is required for a drive of a drive motor, It has composition which has a battery charge-and-discharge control means which generates discharge to an inverter from a battery for instructions to a battery open/close switch smoothly as it is possible, and assists a drive motor with driving power according to discharge current.

[0008] When it can run by small traction like a flat-ground run, a motor drive by engine generated output is performed, and when you need big traction like [ at the time of a climb ], it makes engine generated output into the maximum output, and he is trying to assist with battery discharge electric power according to the 1st invention. Since big traction at the time of a climb, etc. is obtained without above-ground installations, such as trolley wire like the conventional trolley assistant method, and a high-tension substation, by this, it can respond without being able to reduce an initial cost and moreover cost starting flexibly also to change of a running route. Therefore, total productivity can be improved. Since a small engine is used, an engine burn-out fuel can be reduced, and exhaust gas volume can be reduced.

[0009] In the 1st invention, the 2nd invention a controller, A running data input means which inputs a desired value of running data, such as number of rotations for power generation with the engine 1 according to the vehicle speed according to a road surface state, the vehicle speed, and a road surface state of a running route, When it runs one cycle of predetermined running routes according to a predetermined desired value of inputted running data, Electric power production of a actual engine in the meantime, driving electric energy of a drive motor, and the amount of regenerative power revived from a drive motor are calculated, respectively, It has composition which has an electric energy integration means which calculates an electric energy integrated value over a battery, and a running data update means which updates the present running data so that the total electric energy at the time of charge may become large rather than the total electric energy at the time of discharge of a battery based on a calculated electric energy integrated value.

[0010] After running based on a desired value to which running data according to road surface states (for example, a climb, driving down slope, a flatland, a non-flatland, etc.) of a running route, such as the vehicle speed and an engine speed value, was set according to the 2nd invention, Electric power production of an engine under this run, driving electric energy of a drive motor, and the amount of regenerative power revived from a drive motor are calculated, respectively, and an electric energy integrated value over a battery is calculated. And based on a calculated electric energy integrated value, the present running data is updated so that the total electric energy at the time of charge may become large rather than the total electric energy at the time of discharge of a battery. A charge is secured so that a charging state of a battery when it is in predetermined reference positions (for

example, prescribed position of a lowlands part of the spot of an open pit mine, etc.) of a running route may always become with the amount of charges and discharges when it runs by this beyond a predetermined value. Therefore, since a motor drive can be promptly assisted with a battery when motor driving force is insufficient only in generated output with an engine (at for example, the time of a climb), cycle time is shortened and it can run cycle time. Since discharge and charge can be performed for a range from an abbreviated full charge state of a battery to an usable predetermined low charging state in a short time, a battery can be used efficiently.

[0011]The 3rd invention is considering a battery charge-and-discharge control means of a controller as composition which outputs instructions which assist engine with generated output according to discharge current from a battery to a battery open/close switch as driving power of a drive motor in case a running route is Tosaka in the 1st invention.

[0012]Since according to the 3rd invention engine is assisted with generated output with discharge electricity of a battery at the time of a climb and an electric power supply is carried out to a drive motor, it usually runs by small traction only by small engine generated output, and can run by big traction by battery assistance at the time of a climb. Thereby, since big traction at the time of a climb can be taken out with a small output engine, a burn-out fuel can be reduced and productivity can be improved.

[0013]In the 1st invention, the 4th invention is considering a battery charge-and-discharge control means of a controller as composition which outputs instructions which charge surplus generated output at a battery to a battery open/close switch, when engine generated output is larger than driving power which a drive motor needs.

[0014]Since according to the 4th invention surplus generated output is used for charge of a battery when [ such as at the at the time of shipping and a flat-ground run, etc., ] engine generated output is generous to motor drive electric power, a battery is charged as much as possible for a short time, running by engine power generation. [ At the time / At the time of driving down slope / of earth removal ] Therefore, a charge is secured so that a charging state of a battery when 1 cycle run is completed and it is in a predetermined reference position of a running route may always become beyond a predetermined value. Since a motor drive can be promptly assisted with a battery by this when required, cycle time is shortened and it can run cycle time. Since discharge and charge can be performed for a range from an abbreviated full charge state of a battery to an usable predetermined low charging state in a short time, a battery can be used efficiently.

[0015]In the 1st invention, the 5th invention is considering a battery charge-and-discharge control means of a controller as composition which outputs instructions which charge generated output with an engine, and regenerative power by a drive motor at a battery to a battery open/close switch, when a running route is driving down slope.

[0016]Since a battery is charged [ according to the 5th invention ] also by regenerative power by a drive motor at the time of driving down slope in addition to generated output with an engine, a battery is charged for a short time. Therefore, a charge is secured so that a charging state of a battery when 1 cycle run is completed and it is in a predetermined reference position of a running route may always become beyond a predetermined value. Since a motor drive can be promptly assisted with a battery by this when required, cycle time is shortened and it can run cycle time. Since discharge and charge can be performed for a range from an abbreviated full charge state of a battery to an usable predetermined low charging state in a short time, a battery can be used efficiently. Since it is used as charging power of a battery, without only carrying out resistance heating of the regenerative energy at the time of driving down slope, and making it useless, Generated output of an engine required for charge and a motor drive can be reduced as compared with the former, and exhaust gas volume from an engine can be reduced, and a burn-out fuel can also be reduced greatly (energy saving effect).

[0017]

[Embodiment of the Invention]Below, the embodiment concerning this invention is described in detail with reference to figures. The hard structure block diagram concerning an embodiment is shown in drawing 1, and composition is first explained based on the figures. The output shaft of the engine 1 is connected with the dynamo 2, and the throttle lever control section 11 is connected to the throttle lever which the engine 1 does not illustrate. The dynamo 2 outputs three-phase alternating current, and the exciting circuit which energizes an exciting current and which is not illustrated is connected to the field coil (not shown). The rectifier 4 is connected to the 3-phase output line of the dynamo 2

via the circuit breaker 3 for the prevention from a short circuit. The rectifier 4 is rectifying and carrying out smoothness of the three-phase alternating current to a direct current, it is connected to the battery 7 via the battery open/close switch 5 and the fuse 6, and the line of the direct current is connected to the input terminal of the two inverters 8a and 8b. It is connected to the positive terminal side of the battery 7, and the battery ullage detection sensor 26a is connected to the line between the battery open/close switch 5 and the fuse 6. The battery ullage detection sensor 26a is monitoring the output terminal voltage of the battery 7 as a battery ullage signal in this embodiment, and this ullage signal is inputted into the controller 20. The two inverters 8a and 8b are controlling the number of rotations of the drive motors 9a and 9b based on the inputted speed commands signal, and the motor output line (this example three phase circuit) of the two inverters 8a and 8b is connected to the drive motors 9a and 9b of any 1 method of inner of a front wheel and a rear wheel, respectively. The inverters 8a and 8b have a detector which monitors the driving power value and regenerative power value of the drive motors 9a and 9b, respectively, and this detection value signal is inputted into the controller 20. The drive motors 9a and 9b are constituted from this embodiment by the three-phase-circuit induction motor, and rotate the front wheel of one pair of right and left, or a rear wheel, respectively.

[0018]The controller 20 is provided with arithmetic units, such as a microcomputer and a high-speed math-processing device, and has the memory 20a of the prescribed capacity (what is called RAM) which can be written inside. The controller 20 outputs throttle-opening-control instructions to the throttle lever control section 11, and outputs an exciting current command to the exciting circuit 12. Each speed command of the drive motors 9a and 9b for a front wheel and for rear wheels is outputted to the two inverters 8a and 8b. The ullage signal which the battery ullage detection sensor 26a detected, the signal of the electric energy revived via the regeneration unit built in the two inverters 8a and 8b, And the rotation speed signal from the rotational frequency sensors 15a and 15b which detect the number of rotations of the two drive motors 9a and 9b, respectively is inputted into the controller 20, respectively.

[0019]The accelerator quantity signal from the accelerator quantity detector 16 which detects the amount of treading in of an accelerator pedal for the controller 20, The brake amount signal from the brake amount detector 17 which detects the amount of treading in of a brake pedal, The battery mode signal from the battery mode switch 18 which assists electric power from the battery 7 and chooses the battery mode it can run, and the angle-of-gradient signal of the tiltmeter 19 which detects the cross-direction angle of gradient of vehicles are inputted. The controller 20 so that it may become the vehicle speed according to the inputted above-mentioned accelerator quantity signal, Based on a feedback signal, output a speed commands signal for the rotation speed signal from the rotational frequency sensors 15a and 15b to the inverters 8a and 8b, and the number of rotations of the drive motors 9a and 9b is controlled, The number of rotations of the drive motors 9a and 9b is controlled via the inverters 8a and 8b so that the vehicle speed is slowed down by the predetermined deceleration curve according to a brake amount signal again, and a braking command is outputted to the oil brake device which is not illustrated, and braking is applied mechanically. When a battery mode signal is inputted from the battery mode switch 18, The controller 20 performs predetermined processing which is mentioned later, and performs assistance of the drive of the drive motors 9a and 9b by the discharge electricity from the battery 7, the battery charge by generated output with the engine 1, the drive of the drive motors 9a and 9b, etc. to predetermined timing. When not having inputted the battery mode signal, the drive of the drive motors 9a and 9b by the discharge electricity from the battery 7 is not performed, but the drive only by generated output with the engine 1 is performed.

[0020]The running data configuration switch 21a which inputs the desired value of running data, such as the vehicle speed in battery mode and an engine speed value, is connected to the controller 20. And the data display 28 which displays the preset value and operation value of running data according to the display command from the controller 20 and about which an operator is told is connected to the controller 20 again. At the time of battery mode, the controller 20 so that it may mention later for details, Based on the set-up running data, a predetermined running route to the degree of 1 cycle run by predetermined processing. The electric energy integrated value of the charge and discharge to the battery 7 is calculated, and it updates and goes in quest of next running data based on this result of an operation, and charge-and-discharge electric energy is controlled so that battery ullage will always



be in an abbreviated full charge state.

[0021] Drawing 2 expresses the battery charge-and-discharge rule of the hybrid type dump truck concerning this invention. The vehicle speed at the time of the climb of a dump truck is made high-speed, and productivity is made to improve in this invention by using efficiently the battery mounted as an object for motor drives. for this reason, the remaining capacity (ullage) of a battery — a full charge state (100%) — abbreviation — the nil state (0%) from near predetermined upper limit (for example, 95%) — abbreviation — he is trying to repeat charge and discharge before a near predetermined lower limit (for example, 5%) for a short time

[0022] Namely, the drive motors 9a and 9b are driven with engine generated output and the discharge electricity from the battery 7 at the time of a climb. At this time, the vehicle speed is set up and the discharging amount of the battery 7 is set up so that the battery 7 may become near abbreviated sky (predetermined lower limit Pd of a graphic display) on the summit (for example, prescribed position which is an earth removal position of an open pit mine) of a running route. The battery 7 is charged by the regenerative power and engine generated output in the case of braking at the time of driving down slope. At this time, the desired value of the vehicle speed and an engine speed value is set up so that the battery 7 may serve as a full charge (more than predetermined upper limit Pu) at the pars basilaris ossis occipitalis (for example, mining spot position of an open pit mine) of a running route. Even if it rotates the engine 1 with a nominal speed, in being less than a full charge at the time of driving down slope, he looks over the amount of battery discharge at the time of a climb (that is, assist quantity) again, or is trying to charge the battery 7 by engine generated output at the time of shipping or a flat-ground run, etc. at the time of earth removal. And from cycle time, the amount of battery full charges, etc., these travel conditions are judged synthetically and set up.

[0023] Next, the functional constitution block diagram shown in drawing 3 explains the battery charge-and-discharge control facility of the hybrid type dump truck concerning this invention. The running data input means 21 sets up the initial value of running data according to said battery charge-and-discharge rule beforehand, when a dump truck runs along a predetermined running route. The inputted data is outputted to the running data memory measure 22. Although the running data input means 21 is constituted from this embodiment by the running data configuration switch 21a, the data input means of an IC memory card, a floppy disk, etc. to which it is not limited to this, for example, the predetermined initial data is set beforehand may be sufficient as this invention. The running data memory measure 22 memorizes the running data inputted from the running data input means 21 in the memory 20a of the controller 20.

[0024] The battery ullage detection means 26 detects battery ullage, and outputs an ullage signal to the battery charge-and-discharge control means 23. Although the battery ullage detection means 26 is constituted from this embodiment by the battery ullage detection sensor 26a, It is not limited to this, for example, a charge and a discharging amount are calculated by an operation based on running data, respectively, and it may be made to compute with the integrated value of these charges from a full charge state, and a discharging amount. Based on the running data memorized by the running data memory measure 22 and the battery ullage detected by the battery ullage detection means 26, the battery charge-and-discharge control means 23, The charge to the battery 7 by the electric power production by the discharge of the battery 7 at the time of a actual run and control of the engine speed value through the throttle lever control section 11, regenerative power, and the electric power from the engine 1, etc. are controlled.

[0025] The electric energy integration means 24 monitors the discharging amount of the battery 7, a production of electricity with the engine 1 (namely, dynamo 2), the driving electric energy of the drive motors 9a and 9b, the amount of regenerative power, etc. during control of this battery charge-and-discharge control means 23. And after running one cycle of predetermined running routes, the total electric energy of the charge and discharge to the battery 7 is integrated. Based on the electric energy integrated value calculated by the electric energy integration means 24, the running data update means 25 calculates the ratio of the charge to the amount of battery discharge after 1 cycle run, and with a predetermined algorithm, running data is recalculated and it updates it so that it may be in the charging state according to said battery charge-and-discharge rule.

[0026] The example of a control flow chart of the battery charge and discharge of the controller 20 in the case of having a run of Tosaka and driving down slope by a predetermined time ratio in 1 cycle of a running route and engine power generation is shown in drawing 4. The figure explains the charge-

and-discharge-control method. Below, S is attached and each processing step number is expressed. First, it is judged whether the running data of the initial value is set up by the running data input means 21 (S1). If not set up, an alarm indication is carried out to an operator by the data display 28, a running data input is urged, and according to this, an operator inputs a climb, driving down slope and the vehicle speed in a flat run, an engine speed value, the load situation of a cargo and an empty load, etc. as a desired value of running data (S2). When running data is set up by said S1, the following S3 is processed. Next, when it judges whether battery mode is chosen with the battery mode switch 18 (S3) and is not in battery mode, Close the battery open/close switch 5 and the discharge from the battery 7 is suspended, and the run (it is usually henceforth called a run) only by engine generated output is performed, it returns to (S4) and S3, and processing is repeated. At the time of battery mode, the set-up running data is displayed on the data display 28, and it is checked in under a climb run or a driving-down-slope run while urging him to run with the vehicle speed set as the operator (S5, S6). May make it judge here under a climb run and based on the angle of gradient detected with the tiltmeter 19 during the driving-down-slope run again, and. Or when it is judged as under a climb run when it judges that the accelerator quantity from the accelerator quantity detector 16 breaks in into an accelerator pedal, and it judges that the brake amount from the brake amount detector 17 breaks in into a brake pedal, it may be judged as under a driving-down-slope run. Shifting processing to it S21 at the time under Tosaka run, while driving down slope is running to S11, it usually runs at the time of the flat-ground run of those other than both (S7), and it repeats S5 and S6 processing.

[0027]At the time under climb run, control the drive motors 9a and 9b via the inverters 8a and 8b to become a vehicle speed value at the time of the predetermined climb which the vehicle speed set up, and. More than a lower limit predetermined in the battery ullage detected by the engine battery ullage detection sensor 26a, and in order [ when smaller / checking (S11), and / than a lower limit, ] to avoid discharge beyond this, it usually runs (S12). A vehicle speed value may not be reached at the time of this climb that usually set up at the time of a run. At the time more than a lower limit, it is confirmed by S11 whether the engine speed value has reached the nominal speed further (S13). Since traction may be insufficient only in engine generated output for running with said set-up vehicle speed at the time of below a nominal speed when usually running as it is (S14) and having reached the nominal speed, The battery open/close switch 5 is opened, and, in addition to engine generated output, it assists and runs motor drive electric power from the battery 7 (S15). Next, it checks in the end of a climb (S16), and it returns to S11 and processing is repeated until it ends. It repeats processing until it carries out the end of a climb by S16 similarly, after usual run processing by S12 and S14. When the end of a climb is carried out, the engine production of electricity, the amount of battery discharge, and motor drive electric power at the time of a climb are integrated, respectively (S17), it usually runs after this (S18), and processing is shifted to S6.

[0028]At the time under driving-down-slope run, the battery ullage detected by the battery ullage detection sensor 26a checks below in predetermined upper limit (S21), and when larger than upper limit, engine power generation and the charge to the battery 7 are suspended (S22). While making it generate heat by the brake resistor which the regenerative energy of the drive motors 9a and 9b does not illustrate at this time, the mechanical brake which is not illustrated so that stop ability of this brake resistor may not be exceeded is used together. Engine power generation of the time of below upper limit is carried out at the set-up number of rotations (S23), and this engine power generation energy and regenerative energy are charged at the battery 7 (S24). Then, it checks in the end of driving down slope (S25), and it returns to S21 and processing is repeated until it ends. After processing by S22, processing is similarly repeated till the end of driving down slope by S25. When the end of driving down slope is carried out, each integrated value of the engine production of electricity at the time of driving down slope, the amount of braking regenerative power, and a battery charge is calculated (S26), and it usually runs after this (S27).

[0029]Next, if it runs one cycle of running routes, it judges whether battery mode is chosen with the battery mode switch 18 (S28), and when it is not in battery mode, it will shift to S4, and will usually run, and said same processing will be repeated henceforth. At the time of battery mode, the engine production of electricity in 1 cycle, the amount of battery discharge, Based on each integrated value of motor drive electric power, the amount of braking regenerative power, and a battery charge, the ratio of the charge to the amount of battery discharge is calculated, and running data is calculated so that this ratio may enter within the limits of predetermined according to a charge-and-discharge rule.

That is, running data is learned so that a battery charging state may become more than predetermined upper limit  $P_u$  (refer to drawing 2) in the predetermined reference position of the trough of a running route. At the time of a climb, at the time of driving down slope, each vehicle speed and engine speed values at the time of shipping and a flat-ground run, etc. are calculated, and a preset value is updated (S29), and it returns to S1, and the above processing is repeated by this study at the time of earth removal.

[0030]Below, drawing 5 is the flow chart which showed the detailed procedure of the study in S29 of the above-mentioned flow chart, and explains a learning method with the figure. As for  $V_d$  and an engine speed value, in the vehicle speed, the current value when running now just before makes the vehicle speed the nominal speed  $r_{max}$  of the maximum production of electricity at the time of  $V_u$  and driving down slope at the time of a climb. First, the 1st ratio  $R1$  of the charge of the battery 7 for which it asked from several 1, and a discharging amount is calculated, and it is confirmed whether this 1st ratio  $R1$  satisfies expression " $1 \leq R1 \leq 1.1$ " (S41). Here, the 1st ratio  $R1$  is calculated by several 1.

[Equation 1]

$$R1 = \left[ \frac{(P_d(V_d) + P_e(r_{max})) * T(V_d)}{(P_u(V_u) - P_e(r_{max})) * T(V_u)} \right]$$

However, the output power which the vehicles towage at the time of the climb in the vehicle speed  $V_u$  takes to  $P_u(V_u)$ , The input power by the braking regeneration at the time of the driving down slope in the vehicle speed  $V_d$  and  $P_e(r_{max})$  consider  $T(V_d)$  as the engine generated output in the nominal speed  $r_{max}$ , it makes  $P_d(V_d)$  the driving-down-slope running time in the vehicle speed  $V_d$ , and  $T(V_u)$  makes it the climb running time in the vehicle speed  $V_u$ . When satisfying expression " $1 \leq R1 \leq 1.1$ ", this learning processing is ended as with the current value (S42).

[0031]When not satisfied, it is confirmed whether next the 1st ratio  $R1$  satisfies expression " $1.1 < R1$ " (S43). Since it tends to overcharge when satisfied, at the time of a climb, at the time of the vehicle speed  $V_u$  and driving down slope, the vehicle speed  $V_d$  is considered as as [ current value ], is made into an engine speed value at the time of driving down slope in quest of the minimum engine speed value  $r1$  from which the 2nd ratio  $R2$  serves as expression " $1 \leq R2 \leq 1.1$ " (S44), and ends this learning processing. Here, the 2nd ratio  $R2$  is calculated by several 2. Thereby, at the time of driving down slope of a next run, engine power generation is performed by the engine speed value  $r1$ , and battery charge is performed.

[Equation 2]

$$R2 = \left[ \frac{(P_d(V_d) + P_e(r1)) * T(V_d)}{(P_u(V_u) - P_e(r_{max})) * T(V_u)} \right]$$

However,  $P_e(r1)$  is taken as the engine generated output in the number of rotations  $r1$ .

[0032]It is judged that it is liable to battery discharge since the 1st ratio  $R1$  is one or less when not satisfied in S43, Next, rev up an engine in addition to the time of a climb and driving down slope, confirm whether it is good (raising a jam engine speed value beyond predetermined rotation) (S45), and when not good, At the time of driving down slope, consider the vehicle speed  $V_d$  as as [ present ], and the engine speed value at the time of driving down slope makes it the nominal speed  $r_{max}$ , At the time of a climb, the vehicle speed  $V_u$  is set as the vehicle speed  $V3$  (however, let the vehicle speed  $V_u$  be upper limit at the time of an early climb) at the time of the greatest climb with which the 3rd ratio  $R3$  fills expression " $1 \leq R3 \leq 1.1$ " (S46), and ends this learning processing. Here, the 3rd ratio  $R3$  is calculated by several 3. By this, the vehicle speed is made last time later than the time of a run at the time of a climb, a discharging amount is stopped rather than last time, and a battery is charged only by the regenerative power at the time of driving down slope, and engine power generation.

[Equation 3]

$$R3 = \left[ \frac{(P_d(V_d) + P_e(r_{max})) * T(V_d)}{(P_u(V3) - P_e(r_{max})) * T(V3)} \right]$$

However, the output power and  $T(V3)$  which the vehicles towage at the time of the climb in the vehicle speed  $V3$  takes make  $P_u(V3)$  the driving-down-slope running time in the vehicle speed  $V3$ .

[0033]When it judges that an engine may be revved up in S45 in addition to the time of a climb and

driving down slope, it is confirmed whether next the 4th ratio R4 satisfies expression " $1 \leq R4$ " (S47). When satisfied, the vehicle speed Vd is considered as as [ present ] at the time of the vehicle speed Vu and driving down slope at the time of a climb, The engine speed value at the time of driving down slope considers it as the nominal speed rmax, and further, the engine speed value at the time of earth removal is set as the maximum engine speed value r3 (however, let the nominal speed rmax be upper limit) with which the 5th ratio R5 fills expression " $1 \leq R5 \leq 1.1$ " (S48), and ends this learning processing. Here, the 4th ratio R4 and 5th ratio R5 are calculated by a four number and several 5, respectively. Thereby, it charges by engine power generation also at the time of earth removal in addition to the time of driving down slope.

[Equation 4]

$$R4 = \frac{[ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td ]}{[ (Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu) ]}$$

[Equation 5]

$$R5 = \frac{[ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(r3) * Td ]}{[ (Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu) ]}$$

However, Td considers it as earth removal time, and Pe (r3) is taken as the engine generated output in the number of rotations r3.

[0034]When not satisfying " $1 \leq R4$ " in S47, it is confirmed whether the 6th ratio R6 satisfies expression " $1 \leq R6$ " (S49). When satisfied, the vehicle speed Vd is considered as as [ present ] at the time of the vehicle speed Vu and driving down slope at the time of a climb, The engine speed value at the time of driving down slope and the engine speed value at the time of earth removal are made into the nominal speed rmax, Furthermore, the engine speed value at the time of shipping is set as the maximum engine speed value r4 (however, let the nominal speed rmax be upper limit) with which the 7th ratio R7 fills expression " $1 \leq R7 \leq 1.1$ " (S50), and ends this learning processing. Here, the 6th ratio R6 and 7th ratio R7 are calculated by a six number and several 7, respectively. Thereby, it charges by engine power generation also at the time of shipping in addition to the time of driving down slope and earth removal.

[Equation 6]

$$R6 = \frac{[ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(rmax) * TL ]}{[ (Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu) ]}$$

[Equation 7]

$$R7 = \frac{[ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(r4) * TL ]}{[ (Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu) ]}$$

However, tangent line considers it as earth removal time, and Pe (r4) is taken as the engine generated output in the number of rotations r4.

[0035]And when not satisfying " $1 \leq R6$ " in S49, it is confirmed whether the 8th ratio R8 satisfies expression " $1 \leq R8$ " (S51). When satisfied, the vehicle speed Vd is considered as as [ present ] at the time of the vehicle speed Vu and driving down slope at the time of a climb, The engine speed value at the time of earth removal and shipping is made into the nominal speed rmax at the time of driving down slope, The maximum engine speed value r5 (however) with which, as for the engine speed value at the time of a flat-ground run (it is considered as number of rotations more generous than the number of rotations r2 corresponding to generated output required for the run with the flat-ground run vehicle speed V5), the 9th ratio R9 furthermore fills expression " $1 \leq R9 \leq 1.1$ " It sets up for making the nominal speed rmax into upper limit (S52), and this learning processing is ended. Here, the 8th ratio R8 and 9th ratio R9 are calculated by an eight number and several 9, respectively. Thereby, it charges by engine power generation also at the time of a flat-ground run in addition to the time of earth removal and shipping at the time of driving down slope.

[Equation 8]

$$R8 = \frac{[ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(rmax) * TL + (Pe(rmax) - Pe(r2)) * T(V5) ]}{[ (Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu) ]}$$

[Equation 9]

$$R9 = \left[ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(rmax) * TL \right. \\ \left. + (Pe(r5) - Pe(r2)) * T(V5) \right] \\ / \left[ (Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu) \right]$$

However,  $Pe(r2)$  and  $Pe(r5)$  consider it as the number of rotations  $r2$  and the engine generated output of  $r5$ , and  $T(V5)$  is taken as the running time in the flat-ground run vehicle speed  $V5$ , respectively.

[0036] When not satisfying " $1 \leq R8$ " in S51, At the time of driving down slope, consider the vehicle speed  $Vd$  as as [ present ], and it makes the engine speed value at the time of earth removal and shipping the nominal speed  $rmax$  at the time of driving down slope, At the time of a climb, the vehicle speed  $Vu$  is set as the vehicle speed  $V4$  (however,  $V4 < Vu$ ) at the time of the greatest climb with which the 10th ratio  $R10$  fills expression " $1 \leq R10 \leq 1.1$ " (S53), and ends this learning processing. Here, the 10th ratio  $R10$  is calculated by several 10. Thereby, it charges by engine power generation at the time of earth removal and shipping at the time of driving down slope, and the vehicle speed  $V4$  is made last time later than the vehicle speed  $Vu$  at the time of the climb at the time of a run at the time of a climb, the discharging amount at the time of a climb is lessened, and the charge to the battery 7 is made to progress.

[Equation 10]

$$R10 = \left[ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(rmax) * TL \right] \\ / \left[ (Pu(V4) - Pe(rmax)) * T(V4) \right]$$

However, the output power and  $T(V4)$  which the vehicles towage at the time of the climb in the vehicle speed  $V4$  takes make  $Pu(V4)$  the climb running time in the vehicle speed  $V4$ .

[0037] When it can run by small traction like a flat-ground run, the motor drive by engine generated output is performed, and when you need big traction like [ at the time of a climb ], he is trying to assist engine generated output with battery discharge electric power according to this invention, as explained above. Since the big traction at the time of a climb, etc. is obtained without above-ground installations, such as trolley wire like the conventional trolley assistant method, and a high-tension substation, by this, it can respond without being able to reduce an initial cost and moreover cost starting flexibly also to change of a running route. Therefore, total productivity can be improved. Since the engine of a small output is used, an engine burn-out fuel can be reduced, and exhaust gas volume can be reduced.

[0038] After running based on the desired value to which running data according to the road surface states (for example, a climb, driving down slope, a flatland, a non-flatland, etc.) of the running route, such as the vehicle speed and an engine speed value, was set, The electric power production of the engine under this run, the driving electric energy of a drive motor, and the amount of regenerative power revived from a drive motor are calculated, respectively, and the electric energy integrated value over a battery is calculated. And based on the calculated electric energy integrated value, the present running data is updated so that the total electric energy at the time of charge may become large rather than the total electric energy at the time of discharge of a battery. Thus, since it learns and running data is updated, a charge is secured so that the charging state of a battery when it is in the predetermined reference positions (for example, prescribed position of the lowlands part of the spot of an open pit mine, etc.) of a running route may always become with the amount of charges and discharges when it runs beyond a predetermined value. When engine generated output is generous to motor drive electric power as timing of battery charge at this time (at the time of driving down slope.) At the time of earth removal, the time, the surplus generated output is used for charge of a battery at the time of shipping and a flat-ground run, or at the time of driving down slope, running data is updated so that a battery may be charged by the regenerative power by a drive motor in addition to generated output with an engine. As a result, a battery is charged as much as possible for a short time, running by engine power generation. Therefore, since a motor drive can be promptly assisted with a battery when motor driving force is insufficient only in generated output with an engine (at for example, the time of a climb), high speed operation becomes possible as setting out, and cycle time is shortened and it can run cycle time. Since discharge and charge can be performed for the range from the abbreviated full charge state of a battery to an usable predetermined low charging state in a short time, a battery can be used efficiently. Since the big traction at the time of Tosaka can be

taken out even if the small output engine is carried, a burn-out fuel can be reduced and productivity can be improved.

[0039] Since it is used as charging power of a battery, without only carrying out resistance heating of the regenerative energy at the time of driving down slope, and making it useless, Generated output of an engine required for charge and a motor drive can be reduced as compared with the former, and exhaust gas volume from an engine can be reduced, and a burn-out fuel can also be reduced greatly.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-299901  
(P2000-299901A)

(43) 公開日 平成12年10月24日 (2000. 10. 24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマト\* (参考)

B 6 0 L 11/12

B 6 0 L 11/12

5 H 1 1 5

// B 6 0 K 6/00

B 6 0 K 9/00

Z

8/00

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-102594

(22) 出願日

平成11年4月9日 (1999. 4. 9)

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 伊藤 光一郎

神奈川県川崎市川崎区中瀬3-20-1 株

式会社小松製作所建機研究所内

(72) 発明者 村上 暢章

神奈川県川崎市川崎区中瀬3-20-1 株

式会社小松製作所建機研究所内

最終頁に続く

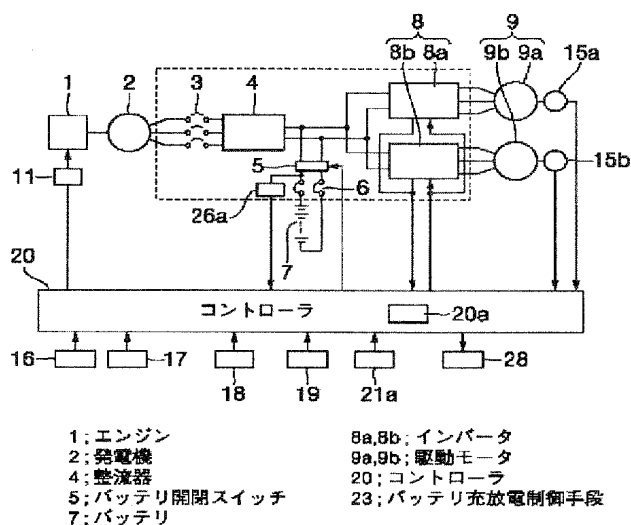
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド式ダンブトラック

(57) 【要約】

【課題】 生産性を向上できるハイブリッド式ダンブトラックを提供する。

【解決手段】 駆動輪を駆動する駆動モータ9a、9bと、発電機2で発電するエンジン1と、発電機2の出力交流を直流に変換する整流器4と、整流器4の直流出力ラインに接続され、かつ駆動モータ9a、9bの回転数を制御するインバータ8a、8bと、整流器4の直流出力ライン及びインバータ8a、8bの入力電源ラインに並列に接続されたバッテリー7と、アクセル量に応じて速度指令信号をインバータ8a、8bに出力するコントローラ20とを備えたハイブリッド式ダンブトラックにおいて、駆動モータ9a、9bは、エンジン1よりも大きい最大出力を有し、コントローラ20は、エンジン1の最大出力時の発電電力よりも大きい電力が駆動モータ9a、9bの駆動に必要な場合には、バッテリー7からの放電を可能とする指令をバッテリー開閉スイッチ5に出力して放電電流により駆動モータ9a、9bの駆動電力をアシストするバッテリー充放電制御手段23を有する。

実施形態に係るハード構成ブロック図



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 駆動輪を駆動する駆動モータ(9a, 9b)

と、発電機(2)を回転駆動して発電するエンジン(1)と、発電機(2)の出力した交流を直流に変換する整流器(4)と、整流器(4)の直流出力ラインに入力電源ラインが接続され、かつ外部からの速度指令信号に応じて駆動モータ(9a, 9b)の回転数を制御して車速を制御するインバータ(8a, 8b)と、整流器(4)の直流出力ライン及びインバータ(8a, 8b)の入力電源ラインに並列に接続されたバッテリー(7)と、アクセルペダルの踏み込み量に応じて駆動モータ(9a, 9b)の速度指令信号をインバータ(8a, 8b)に出力して車速を制御するコントローラとを備えたハイブリッド式ダンブトラックにおいて、駆動モータ(9a, 9b)は、エンジン(1)の最大出力よりも大きい最大出力を有し、バッテリー(7)から整流器(4)の直流出力ライン及びインバータ(8a, 8b)の入力電源ラインまでの間に、入力指令によってバッテリー(7)からインバータ(8a, 8b)への放電及び整流器(4)からバッテリー(7)への充電のいずれかを可能とするように切り換えるバッテリー開閉スイッチ(5)を設け、コントローラ(20)は、アクセルペダルの踏み込み量に応じて駆動モータ(9a, 9b)の回転速度を制御するときに、エンジン(1)の最大出力時の発電電力よりも大きい電力が駆動モータ(9a, 9b)の駆動に必要な場合には、バッテリー(7)からインバータ(8a, 8b)への放電を可能とする指令をバッテリー開閉スイッチ(5)に出力して放電電流により駆動モータ(9a, 9b)の駆動電力をアシストするバッテリー充放電制御手段(23)を有することを特徴とするハイブリッド式ダンブトラック。

【請求項2】 請求項1記載のハイブリッド式ダンブトラックにおいて、コントローラ(20)は、走行路の路面状態に応じた車速、並びに車速及び路面状態に応じたエンジン(1)による発電のための回転数等の走行データの目標値を入力する走行データ入力手段(21)と、入力された走行データの所定の目標値に従って所定の走行路を1サイクル走行したとき、その間の実際のエンジン(1)の発電電力量、駆動モータ(9a, 9b)の駆動電力量、及び駆動モータ(9a, 9b)から回生される回生電力量をそれぞれ演算して、バッテリー(7)に対する電力量積算値を求める電力量積算手段(24)と、求められた電力量積算値に基づいて、バッテリー(7)の放電時の総電力量よりも充電時の総電力量が大きくなるように、現在の走行データを更新する走行データ更新手段(25)とを有することを特徴とするハイブリッド式ダンブトラック。

【請求項3】 請求項1記載のハイブリッド式ダンブトラックにおいて、コントローラ(20)のバッテリー充放電制御手段(23)は、走行路が登坂の時の駆動モータ(9a, 9b)の駆動電力として、エンジン(1)の発電電力をバッテリー(7)からの放電電流によりアシストする指令をバッテリー開閉スイッチ(5)に出力することを特徴とするハイブリッド式ダンブトラック。

【請求項4】 請求項1記載のハイブリッド式ダンブトラックにおいて、コントローラ(20)のバッテリー充放電制御手段(23)は、エンジン(1)の発電電力が駆動モータ(9a, 9b)が必要とする駆動電力よりも大きいとき、余った発電電力をバッテリー(7)に充電する指令をバッテリー開閉スイッチ(5)に出力することを特徴とするハイブリッド式ダンブトラック。

【請求項5】 請求項1記載のハイブリッド式ダンブトラックにおいて、コントローラ(20)のバッテリー充放電制御手段(23)は、走行路が降坂の時に、エンジン(1)による発電電力と、駆動モータ(9a, 9b)による回生電力とをバッテリー(7)に充電する指令をバッテリー開閉スイッチ(5)に出力することを特徴とするハイブリッド式ダンブトラック。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鉱山での稼働に適合するハイブリッド式ダンブトラックに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、露天掘鉱山では鉱石及び表土を運搬するオフロード大型ダンブトラックとしては電気駆動式ダンブトラックが広く使用されて来ている。また、露天掘鉱山では、谷部で採鉱された鉱石をダンブトラックに積み込み、坂を登って頂上部の所定の排土位置で排土した後、再び谷部に戻るといったサイクルの走行路を規定して走行する作業が一般的である。登坂時は通常は走行距離が長く、しかも積荷状態なので、平地走行よりもさらに大きな牽引力が必要となり、この登坂時間の短縮化が鉱山における生産性向上のための非常に重要な課題の一つとなっている。このことから、電気駆動式ダンブトラックには、おおよそ次の2つの駆動方式が採用されている。

【0003】第1の方式では、図6に示すように、走行経路の内、大きな牽引力を必要とする場所(例えば、登坂路)にトロリー用の架線51を敷設し、平地等での通常走行時はエンジンにより発電機を回転させて発生した電力エネルギーを用いて直流電動モータを駆動して駆動輪を制御し、登坂時はトロリー架線から受電する電力により上記エンジン発電によるモータ駆動をアシストしている。このようなトロリーアシストによるダンブトラックは、降坂時及び制動時には、ダイナミックブレーキにより直流電動モータの回生エネルギーを抵抗発熱で消費して制動をかけるようにしている。また第2の方式では、エンジンにより発電機を駆動して発生させた交流電圧を直流に変換し、この発電電力のみにより直流電動モータを駆動するものであり、制動時には上記第1の方式同様にダイナミックブレーキにより制動をかけるようにしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従



来の電気駆動式ダンプトラックには、以下のような問題がある。第1の電気駆動方式では、生産性を上げるために、登坂時にトロリーアシストにより牽引力を大きくして増速することはできるが、トロリー架線及びこのトロリー架線に高電圧の電力を供給する変電所等の地上設備を設けなければならず、イニシャルコストが非常に高いので、全体として運搬コストが高価となる。また、走行路面の凸凹を影響を受けてトロリー線とパンタグラフとの接触及び離線が頻繁に発生し易く、このためにトロリー線の摩耗が大きくランニングコストもかかる。さらに、登坂経路の変更及び延長に伴って新たな設備コストがかかり、このために谷部での採鉱が進むに連れての走行経路の変更を自由にはできないという問題がある。

【0005】また第2の電気駆動方式では、生産性を上げるために登坂時の車速を増速する（例えば2倍とする）場合には、エンジン出力を増加する必要がある、このためにさらに大出力のエンジンを搭載した大型ダンプトラックを導入しなければならない。ところが、大出力が必要なのは登坂時のみであり、したがって通常の平地走行では大出力エンジンの性能を十分に使用しているとは言えず、むしろ過剰性能となっており、この結果運搬コストが高くなる。また、制動時には回生エネルギーをダイナミックブレーキ抵抗で発熱させているだけなので、エネルギー効率が悪く、よって消費燃料が多いのでランニングコストが高くなり、生産性が低いという問題もある。

【0006】本発明は、上記の問題点に着目してなされたものであり、生産性を向上できるハイブリッド式ダンプトラックを提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】上記の目的を達成するために、本発明に係る第1発明は、駆動輪を駆動する駆動モータと、発電機を回転駆動して発電するエンジンと、発電機の出力した交流を直流に変換する整流器と、整流器の直流出力ラインに入力電源ラインが接続され、かつ外部からの速度指令信号に応じて駆動モータの回転数を制御して車速を制御するインバータと、整流器の直流出力ライン及びインバータの入力電源ラインに並列に接続されたバッテリーと、アクセルペダルの踏み込み量に応じて駆動モータの速度指令信号をインバータに出力して車速を制御するコントローラとを備えたハイブリッド式ダンプトラックにおいて、駆動モータは、エンジンの最大出力よりも大きい最大出力を有し、バッテリーから整流器の直流出力ライン及びインバータの入力電源ラインまでの間に、入力指令によってバッテリーからインバータへの放電及び整流器からバッテリーへの充電のいずれかを可能とするように切り換えるバッテリー開閉スイッチを設け、コントローラは、アクセルペダルの踏み込み量に応じて駆動モータの回転速度を制御するときに、エンジンの最大出力時の発電電力よりも大きい電力

が駆動モータの駆動に必要な場合には、バッテリーからインバータへの放電を可能とする指令をバッテリー開閉スイッチに出力して放電電流により駆動モータの駆動電力をアシストするバッテリー充放電制御手段を有する構成としている。

【0008】第1発明によると、平地走行等のように小さい牽引力で走行できる場合は、エンジン発電電力によるモータ駆動を行い、登坂時のように大きな牽引力を必要とする場合は、エンジン発電電力を最大出力とすると共に、バッテリー放電電力によりアシストするようにしている。これにより、従来のトロリーアシスト方式のようなトロリー架線及び高電圧変電所等の地上設備なしで登坂時等の大きな牽引力が得られるので、イニシャルコストを低減でき、また走行路の変更に対しても柔軟に、しかもコストがかからずに対応できる。したがって、トータルの生産性を向上できる。また、小型のエンジンを使用するので、エンジンの消費燃料を低減できると共に、排気ガス量を低減できる。

【0009】第2発明は、第1発明において、コントローラは、走行路の路面状態に応じた車速、並びに車速及び路面状態に応じたエンジン1による発電のための回転数等の走行データの目標値を入力する走行データ入力手段と、入力された走行データの所定の目標値に従って所定の走行路を1サイクル走行したとき、その間の実際のエンジンの発電電力量、駆動モータの駆動電力量、及び駆動モータから回生される回生電力量をそれぞれ演算して、バッテリーに対する電力量積算値を求める電力量積算手段と、求められた電力量積算値に基づいて、バッテリーの放電時の総電力量よりも充電時の総電力量が大きくなるように、現在の走行データを更新する走行データ更新手段とを有する構成としている。

【0010】第2発明によると、走行路の路面状態（例えば、登坂、降坂、平坦地及び非平坦地等）に応じた車速及びエンジン回転数等の走行データの設定された目標値に基づいて走行した後、この走行中のエンジンの発電電力量、駆動モータの駆動電力量、及び駆動モータから回生される回生電力量をそれぞれ演算してバッテリーに対する電力量積算値を求める。そして、求めた電力量積算値に基づいて、バッテリーの放電時の総電力量よりも充電時の総電力量が大きくなるように、現在の走行データを更新する。これにより、走行した時の充放電量により、走行路の所定の基準位置（例えば、露天掘鉱山の現場の低地部の所定位置等）にある時のバッテリーの充電状態が常時所定値以上になるように充電量が確保される。したがって、エンジンによる発電電力だけではモータ駆動力が不足するような時（例えば登坂時）に、直ちにバッテリーでモータ駆動をアシストできるので、サイクルタイムを短くして走行できる。また、バッテリーの略満充電状態から所定の使用可能な低充電状態までの範囲を短時間で放電や充電を行えるので、バッテリーを効率的に使用でき

る。

【0011】第3発明は、第1発明において、コントローラのバッテリー充放電制御手段は、走行路が登坂の時の駆動モータの駆動電力として、エンジンの発電電力をバッテリーからの放電電流によりアシストする指令をバッテリー開閉スイッチに出力する構成としている。

【0012】第3発明によると、登坂時にはエンジンの発電電力をバッテリーの放電電力によりアシストして駆動モータに電力供給するので、通常は小さいエンジン発電電力のみにより小さい牽引力で走行し、登坂時にはバッテリーアシストにより大きな牽引力で走行できる。これにより、小出力エンジンで登坂時の大きな牽引力を出せるので、消費燃料を低減でき、生産性を向上できる。

【0013】第4発明は、第1発明において、コントローラのバッテリー充放電制御手段は、エンジンの発電電力が駆動モータが必要とする駆動電力よりも大きいとき、余った発電電力をバッテリーに充電する指令をバッテリー開閉スイッチに出力する構成としている。

【0014】第4発明によると、エンジンの発電電力がモータ駆動電力に対して余裕があるとき（降坂時、排土時、積込時及び平地走行時等）は、余った発電電力をバッテリーの充電に使用するので、エンジン発電により走行しながらバッテリーが可能な限り短時間で充電される。したがって、1サイクル走行を完了して走行路の所定の基準位置にある時のバッテリーの充電状態が常時所定値以上になるように充電量が確保される。これにより、必要ときに直ちにバッテリーでモータ駆動をアシストできるので、サイクルタイムを短くして走行できる。また、バッテリーの略満充電状態から所定の使用可能な低充電状態までの範囲を短時間で放電や充電を行えるので、バッテリーを効率的に使用できる。

【0015】第5発明は、第1発明において、コントローラのバッテリー充放電制御手段は、走行路が降坂の時に、エンジンによる発電電力と、駆動モータによる回生電力とをバッテリーに充電する指令をバッテリー開閉スイッチに出力する構成としている。

【0016】第5発明によると、降坂時には、エンジンによる発電電力に加えて駆動モータによる回生電力によってもバッテリーが充電されるので、バッテリーが短時間で充電される。したがって、1サイクル走行を完了して走行路の所定の基準位置にある時のバッテリーの充電状態が常時所定値以上になるように充電量が確保される。これにより、必要ときに直ちにバッテリーでモータ駆動をアシストできるので、サイクルタイムを短くして走行できる。また、バッテリーの略満充電状態から所定の使用可能な低充電状態までの範囲を短時間で放電や充電を行えるので、バッテリーを効率的に使用できる。さらに、降坂時の回生エネルギーを単に抵抗発熱させて無駄にすることなくバッテリーの充電電力として使用するので、充電及びモータ駆動に必要なエンジンの発電電力を従来に比して低

減することができ、エンジンからの排気ガス量を低減できると共に、消費燃料も大きく低減（省エネ効果）できる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る実施形態を図を参照して詳細に説明する。図1に実施形態に係るハード構成ブロック図を示し、まず同図に基づいて構成を説明する。エンジン1の出力軸は発電機2に連結されており、エンジン1の図示しないスロットルレバーにはスロットルレバー制御部11が接続されている。発電機2は3相交流を出力するものであり、その界磁コイル（図示せず）には励磁電流を通電する図示しない励磁回路が接続されている。発電機2の3相出力ラインには短絡防止用のサーキットブレーカ3を介して整流器4が接続されている。整流器4は3相交流を直流に整流し、平滑しており、直流のラインはバッテリー開閉スイッチ5及びヒューズ6を介してバッテリー7に接続されると共に、2つのインバータ8a、8bの入力端子に接続されている。バッテリー7の正端子側に接続され、かつバッテリー開閉スイッチ5とヒューズ6との間のラインには、バッテリー残存量検出センサ26aが接続されている。バッテリー残存量検出センサ26aは本実施形態ではバッテリー7の出力端子電圧をバッテリー残存量信号としてモニタしており、この残存量信号はコントローラ20に入力されている。2つのインバータ8a、8bは入力した速度指令信号に基づいて駆動モータ9a、9bの回転数を制御しており、2つのインバータ8a、8bのモータ出力ライン（本例では3相）は、それぞれ前輪及び後輪の内いずれか一方の駆動モータ9a、9bに接続されている。インバータ8a、8bは駆動モータ9a、9bの駆動電力値及び回生電力値をそれぞれモニタする検出器を有しており、この検出値信号はコントローラ20に入力されている。また、駆動モータ9a、9bは本実施形態では3相誘導モータにより構成されており、それぞれ左右1対の前輪又は後輪を回転駆動する。

【0018】コントローラ20は、マイクロコンピュータ及び高速数値演算装置等の演算装置を備えており、内部に読み書き可能な（いわゆるRAM）所定容量のメモリ20aを有している。コントローラ20は、スロットルレバー制御部11にスロットル開度制御指令を出力し、励磁回路12には励磁電流指令を出力する。また、2つのインバータ8a、8bには前輪用及び後輪用の駆動モータ9a、9bのそれぞれの速度指令が出力されている。さらに、バッテリー残存量検出センサ26aの検出した残存量信号、2つのインバータ8a、8bに内蔵された回生ユニットを介して回生される電力量の信号、及び2つの駆動モータ9a、9bの回転数をそれぞれ検出する回転数センサ15a、15bからの回転数信号がそれぞれコントローラ20に入力されている。

【0019】また、コントローラ20にはアクセルペダ

ルの踏み込み量を検出するアクセル量検出器16からのアクセル量信号、ブレーキペダルの踏み込み量を検出するブレーキ量検出器17からのブレーキ量信号、バッテリー7から電力をアシストして走行可能なバッテリーモードを選択するバッテリーモードスイッチ18からのバッテリーモード信号、及び車両の前後方向傾斜角度を検出する傾斜計19の傾斜角度信号が入力されている。コントローラ20は、上記の入力したアクセル量信号に応じた車速になるように、回転数センサ15a、15bからの回転数信号をフィードバック信号に基づいてインバータ8a、8bに速度指令信号を出力して駆動モータ9a、9bの回転数を制御し、またブレーキ量信号に応じた所定の減速カーブで車速が減速されるようにインバータ8a、8bを介して駆動モータ9a、9bの回転数を制御すると共に、図示しない油圧式ブレーキ装置に制動指令を出力して機械的に制動をかける。また、バッテリーモードスイッチ18からバッテリーモード信号を入力したときは、コントローラ20は後述するような所定の処理を行い、バッテリー7からの放電電力による駆動モータ9a、9bの駆動のアシスト、及びエンジン1による発電電力でのバッテリー充電及び駆動モータ9a、9bの駆動等を所定のタイミングで行う。バッテリーモード信号を入力していないときは、バッテリー7からの放電電力による駆動モータ9a、9bの駆動は行わず、エンジン1による発電電力のみによる駆動を行う。

【0020】さらに、コントローラ20にはバッテリーモードでの車速やエンジン回転数等の走行データの目標値を入力する走行データ設定スイッチ21aが接続されている。そしてまた、コントローラ20には、コントローラ20からの表示指令に従って走行データの設定値及び演算値を表示してオペレータに知らせるデータ表示器28が接続されている。コントローラ20はバッテリーモードのとき、詳細は後述するように、設定された走行データに基づいて所定の走行路を1サイクル走行の度に、所定の処理によって、バッテリー7に対する充放電の電力量積算値を演算し、この演算結果に基づいて次の走行データを求めて更新して行き、常時バッテリー残容量が略満充電状態となるように充放電電力量を制御している。

【0021】図2は、本発明に係るハイブリッド式ダンプトラックのバッテリー充放電ルールを表している。本発明では、モータ駆動用として搭載したバッテリーを効率的に使用することによりダンプトラックの登坂時の車速を高速にして生産性を向上するようにしている。このため、バッテリーの残容量（残存量）を、満充電状態（100%）に略近い所定の上限値（例えば95%）から、空状態（0%）に略近い所定の下限値（例えば5%）までの間で短時間に充放電を繰り返すようにしている。

【0022】すなわち、登坂時は、エンジン発電電力とバッテリー7からの放電電力とにより、駆動モータ9a、9bを駆動する。このとき、走行路の頂上（例えば、露

天掘鉱山の排土位置である所定位置）でバッテリー7が略空近傍（図示の所定の下限値Pd）となるように、車速を設定し、バッテリー7の放電量を設定する。また、降坂時は、制動の際の回生電力とエンジン発電電力とにより、バッテリー7を充電する。このとき、走行路の底部（例えば露天掘鉱山の採鉱現場位置）でバッテリー7が満充電（所定の上限値Pu以上）となるように、車速及びエンジン回転数の目標値を設定する。降坂時、エンジン1を定格回転数で回転させても満充電に満たない場合には、登坂時のバッテリー放電量（つまりアシスト量）の見直しをしたり、あるいは排土時、積込み時又は平地走行時等にもエンジン発電電力によりバッテリー7を充電するようにしている。そして、これらの走行条件は、サイクルタイム及びバッテリー満充電量等から総合的に判断して設定される。

【0023】次に、図3に示す機能構成ブロック図により、本発明に係るハイブリッド式ダンプトラックのバッテリー充放電制御機能を説明する。走行データ入力手段21は、ダンプトラックが所定の走行路に沿って走行するとき、予め前記バッテリー充放電ルールに従って走行データの初期値を設定するものである。入力されたデータは、走行データ記憶手段22に出力される。本実施形態では、走行データ入力手段21は走行データ設定スイッチ21aにより構成されているが、本発明はこれに限定されず、例えば予め所定の初期データが設定してあるICメモ리카ード及びフロッピー等のデータ入力手段でもよい。走行データ記憶手段22は走行データ入力手段21から入力された走行データをコントローラ20のメモリ20a内に記憶する。

【0024】バッテリー残存量検出手段26はバッテリー残存量を検出し、残存量信号をバッテリー充放電制御手段23に出力する。本実施形態では、バッテリー残存量検出手段26はバッテリー残存量検出センサ26aにより構成されているが、これに限定されず、例えば走行データに基づいて充電量及び放電量をそれぞれ演算により求め、満充電状態からのこれらの充電量及び放電量の積算値により算出するようにしてもよい。バッテリー充放電制御手段23は走行データ記憶手段22に記憶された走行データとバッテリー残存量検出手段26により検出されたバッテリー残存量とに基づいて、実際の走行時の、バッテリー7の放電、スロットルレバー制御部11を介するエンジン回転数の制御による発電電力量、及び回生電力及びエンジン1からの電力によるバッテリー7への充電等を制御する。

【0025】電力量積算手段24は、このバッテリー充放電制御手段23の制御中にバッテリー7の放電量、エンジン1（すなわち発電機2）による発電量、駆動モータ9a、9bの駆動電力量、及び回生電力量等をモニターする。そして、所定の走行路を1サイクル走行した後、バッテリー7への充放電の総電力量を積算する。走行データ

更新手段25は、電力量積算手段24により求めた電力量積算値に基づいて、1サイクル走行後のバッテリー放電量に対する充電量の比を演算し、前記バッテリー充放電ルールに従った充電状態になるように、走行データを所定のアルゴリズムで演算し直して更新する。

【0026】図4に、走行路の1サイクル中に登坂及び降坂の走行を所定の時間比で有する場合の、コントローラ20のバッテリー充放電及びエンジン発電の制御フローチャート例を示す。同図により、充放電制御方法を説明する。以下では、各処理ステップ番号をSを付して表す。まず、走行データ入力手段21により初期値の走行データが設定されているか否かを判断し(S1)、設定されてなければオペレータにデータ表示器28でアラーム表示して走行データ入力を促し、これに従ってオペレータは、走行データの目標値として登坂、降坂及び平坦走行での車速、エンジン回転数、及び積荷と空荷の荷状況等を入力する(S2)。前記S1で走行データが設定されているときは、次のS3の処理を行う。次に、バッテリーモードスイッチ18によりバッテリーモードが選択されているか判断し(S3)、バッテリーモードでないときは、バッテリー開閉スイッチ5を閉じてバッテリー7からの放電を停止すると共に、エンジン発電電力のみによる走行(以後、通常走行と言う)を行い(S4)、S3へ戻って処理を繰り返す。バッテリーモードのときは、設定された走行データをデータ表示器28に表示し、オペレータに設定された車速で走行するように促すとともに、登坂走行中か、又は降坂走行中かチェックする(S5、S6)。ここで登坂走行中か、また降坂走行中かは、傾斜計19により検出した傾斜角度に基づいて判断するようにしてもよいし、あるいはアクセル量検出器16からのアクセル量によりアクセルペダルが踏み込まれていると判断したときは登坂走行中と判断し、ブレーキ量検出器17からのブレーキ量によりブレーキペダルが踏み込まれていると判断したときは降坂走行中と判断してもよい。登坂走行中のときはS11へ、降坂走行中のときはS21へ処理を移行し、両者以外の平地走行のときは通常走行を行い(S7)、S5、S6処理を繰り返す。

【0027】登坂走行中のときは、車速が設定した所定の登坂時車速値になるようにインバータ8a、8bを介して駆動モータ9a、9bを制御すると共に、エンジンバッテリー残存量検出センサ26aにより検出したバッテリー残存量が所定の下限値以上かチェックし(S11)、下限値より小さいときはこれ以上の放電を避けるために通常走行を行う(S12)。この通常走行時は、設定した登坂時車速値に達しない場合もある。S11で下限値以上のときは、さらにエンジン回転数が定格回転数に達しているかをチェックし(S13)、定格回転数以下のときはそのまま通常走行を行い(S14)、定格回転数に達しているときは前記設定した車速で走行するにはエンジン発電電力のみでは牽引力が不足している可能性が

あるので、バッテリー開閉スイッチ5を開き、エンジン発電電力に加えてモータ駆動電力をバッテリー7からアシストして走行する(S15)。次に、登坂終了かチェックし(S16)、終了するまでS11に戻って処理を繰り返す。尚、S12、S14での通常走行処理の後には、同様にS16で登坂終了するまで処理を繰り返す。登坂終了したときは、登坂時のエンジン発電量、バッテリー放電量及びモータ駆動電力をそれぞれ積算し(S17)、この後通常走行を行って(S18)、S6に処理を移行する。

【0028】降坂走行中のときは、バッテリー残存量検出センサ26aにより検出したバッテリー残存量が所定の上限値以下かチェックし(S21)、上限値より大きいときはエンジン発電及びバッテリー7への充電を停止する(S22)。このとき、駆動モータ9a、9bの回生エネルギーは図示しないブレーキ抵抗器で発熱させるとともに、このブレーキ抵抗器の制動能力を超えないよう図示しないメカニカルブレーキを併用する。上限値以下のときは設定した回転数でエンジン発電し(S23)、このエンジン発電エネルギーと回生エネルギーとをバッテリー7に充電する(S24)。この後、降坂終了かチェックし(S25)、終了するまでS21に戻って処理を繰り返す。尚、S22での処理の後には、同様にS25で降坂終了まで処理を繰り返す。降坂終了したときは、降坂時のエンジン発電量、制動回生電力量及びバッテリー充電量のそれぞれの積算値を演算し(S26)、この後通常走行を行う(S27)。

【0029】次に、走行路を1サイクル走行したら、バッテリーモードスイッチ18によりバッテリーモードが選択されているか判断し(S28)、バッテリーモードでないときはS4へ移行して通常走行を行い、以後前記同様の処理を繰り返す。バッテリーモードのときは、1サイクル中のエンジン発電量、バッテリー放電量、モータ駆動電力、制動回生電力量及びバッテリー充電量のそれぞれの積算値に基づいて、バッテリー放電量に対する充電量の比を演算し、充放電ルールに従ってこの比が所定の範囲内に入るように走行データを演算する。すなわち、走行路の谷部の所定基準位置においてバッテリー充電状態が所定の上限値 $P_u$ (図2参照)以上となるように走行データを学習する。この学習によって、登坂時、降坂時、排土時、積込時及び平地走行時等のそれぞれの車速及びエンジン回転数を演算して設定値を更新し(S29)、そしてS1に戻って以上の処理を繰り返す。

【0030】つぎに、図5は上記フローチャートのS29における学習の詳細な手順を示したフローチャートであり、同図により学習方法を説明する。いま、直前まで走行していたときの現在の設定値が、登坂時車速は $V_u$ 、降坂時車速は $V_d$ 、エンジン回転数は最大発電量相当の定格回転数 $r_{max}$ とする。まず、数1より求めたバッテリー7の充電量と放電量との第1の比 $R_1$ を演算し、

この第1の比R1が数式「 $1 \leq R1 \leq 1.1$ 」を満足するかチェックする(S41)。ここで、第1の比R1は数1により演算される。

【数1】

$$R1 = \left[ \frac{(Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd)}{(Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu)} \right]$$

但し、Pu(Vu)は車速Vuでの登坂時の車両牽引に要する出力電力、Pd(Vd)は車速Vdでの降坂時の制動回生による入力電力、Pe(rmax)は定格回転数rmaxでのエンジン発電電力、T(Vd)は車速Vdでの降坂走行時間、T(Vu)は車速Vuでの登坂走行時間とする。数式「 $1 \leq R1 \leq 1.1$ 」を満足するときは、現在の設定値のままとして本学習処理を終了する(S42)。

【0031】満足しないときは、次に第1の比R1が数式「 $1.1 < R1$ 」を満足するかチェックする(S43)。満足するときは過充電気味なので、登坂時車速Vu及び降坂時車速Vdは現在の設定値のままとし、第2の比R2が数式「 $1 \leq R2 \leq 1.1$ 」となるような最小のエンジン回転数r1を求めて降坂時のエンジン回転数とし(S44)、本学習処理を終了する。ここで、第2の比R2は数2により演算される。これにより、次の走行の降坂時は、エンジン回転数r1でエンジン発電を行ってバッテリー充電が行われる。

【数2】

$$R2 = \left[ \frac{(Pd(Vd) + Pe(r1)) * T(Vd)}{(Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu)} \right]$$

但し、Pe(r1)は回転数r1でのエンジン発電電力とする。

【0032】S43において満足しないときは、第1の比R1が1以下なのでバッテリー放電気味であると判断し、次に登坂時及び降坂時以外にエンジンを吹かして

$$R4 = \left[ \frac{(Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(r3) * Td}{(Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu)} \right]$$

【数5】

$$R5 = \left[ \frac{(Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(r3) * Td}{(Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu)} \right]$$

但し、Tdは排土時間、Pe(r3)は回転数r3でのエンジン発電電力とする。

【0034】S47において「 $1 \leq R4$ 」を満足しないときは、第6の比R6が数式「 $1 \leq R6$ 」を満足するかチェックする(S49)。満足するときは、登坂時車速Vu及び降坂時車速Vdは現在のままとし、降坂時のエンジン回転数及び排土時のエンジン回転数を定格回転数rmaxとし、さらに積込時のエンジン回転数は第7の比

$$R6 = \left[ \frac{(Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(rmax) * TL}{(Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu)} \right]$$

【数7】

(つまりエンジン回転数を所定回転以上に上げて)よい可否かをチェックし(S45)、よくないときは、降坂時車速Vdは現在のままとし、降坂時のエンジン回転数は定格回転数rmaxとし、登坂時車速Vuは第3の比R3が数式「 $1 \leq R3 \leq 1.1$ 」を満たすような最大の登坂時車速V3(但し、初期の登坂時車速Vuを上限值とする)に設定し(S46)、本学習処理を終了する。ここで、第3の比R3は数3により演算される。これにより、登坂時車速を前回走行時よりも遅くして放電量を前回よりも抑え、降坂時の回生電力とエンジン発電のみでバッテリーを充電するようにする。

【数3】

$$R3 = \left[ \frac{(Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd)}{(Pu(V3) - Pe(rmax)) * T(V3)} \right]$$

但し、Pu(V3)は車速V3での登坂時の車両牽引に要する出力電力、T(V3)は車速V3での降坂走行時間とする。

【0033】S45において登坂時及び降坂時以外にエンジンを吹かしてよいと判断したときは、次に第4の比R4が数式「 $1 \leq R4$ 」を満足するかチェックする(S47)。満足するときは、登坂時車速Vu及び降坂時車速Vdは現在のままとし、降坂時のエンジン回転数は定格回転数rmaxとし、さらに排土時のエンジン回転数は第5の比R5が数式「 $1 \leq R5 \leq 1.1$ 」を満たすような最大のエンジン回転数r3(但し、定格回転数rmaxを上限值とする)に設定し(S48)、本学習処理を終了する。ここで、第4の比R4及び第5の比R5はそれぞれ数4及び数5により演算される。これにより、降坂時以外に排土時にもエンジン発電により充電される。

【数4】

R7が数式「 $1 \leq R7 \leq 1.1$ 」を満たすような最大のエンジン回転数r4(但し、定格回転数rmaxを上限值とする)に設定し(S50)、本学習処理を終了する。ここで、第6の比R6及び第7の比R7はそれぞれ数6及び数7により演算される。これにより、降坂時及び排土時以外に積込時にもエンジン発電により充電される。

【数6】

$$R7 = [ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(r4) * TL ] \\ / [ (Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu) ]$$

但し、TLは排土時間、Pe(r4)は回転数r4でのエンジン発電電力とする。

【0035】そして、S49において「 $1 \leq R6$ 」を満足しないときは、第8の比R8が数式「 $1 \leq R8$ 」を満足するかチェックする(S51)。満足するときは、登坂時車速Vu及び降坂時車速Vdは現在のままとし、降坂時、排土時及び積込時のエンジン回転数を定格回転数rmaxとし、さらに平地走行時のエンジン回転数(平地走行車速V5での走行に必要な発電電力に対応する回転

$$R8 = [ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(rmax) * TL \\ + (Pe(rmax) - Pe(r2)) * T(V5) ] \\ / [ (Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu) ]$$

【数9】

$$R9 = [ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(rmax) * TL \\ + (Pe(r5) - Pe(r2)) * T(V5) ] \\ / [ (Pu(Vu) - Pe(rmax)) * T(Vu) ]$$

但し、Pe(r2)、Pe(r5)はそれぞれ回転数r2、r5でのエンジン発電電力、T(V5)は平地走行車速V5での走行時間とする。

【0036】S51において「 $1 \leq R8$ 」を満足しないときは、降坂時車速Vdは現在のままとし、降坂時、排土時及び積込時のエンジン回転数を定格回転数rmaxとし、登坂時車速Vuは第10の比R10が数式「 $1 \leq R10 \leq 1.1$ 」を満たすような最大の登坂時車速V4

$$R10 = [ (Pd(Vd) + Pe(rmax)) * T(Vd) + Pe(rmax) * Td + Pe(rmax) * TL ] \\ / [ (Pu(V4) - Pe(rmax)) * T(V4) ]$$

但し、Pu(V4)は車速V4での登坂時の車両牽引に要する出力電力、T(V4)は車速V4での登坂走行時間とする。

【0037】以上説明したように、本発明によると、平地走行等のように小さい牽引力で走行できる場合は、エンジン発電電力によるモータ駆動を行い、登坂時のように大きな牽引力を必要とする場合は、エンジン発電電力をバッテリー放電電力によりアシストするようにしている。これにより、従来のトロリーアシスト方式のようなトロリー架線及び高電圧変電所等の地上設備なしで登坂時等の大きな牽引力が得られるので、イニシャルコストを低減でき、また走行路の変更に対しても柔軟に、しかもコストがかからずに対応できる。したがって、トータルの生産性を向上できる。また、小出力のエンジンを使用するので、エンジンの消費燃料を低減できると共に、排気ガス量を低減できる。

【0038】また、走行路の路面状態(例えば、登坂、降坂、平坦地及び非平坦地等)に応じた車速及びエンジン回転数等の走行データの設定された目標値に基づいて走行した後、この走行中のエンジンの発電電力量、駆動

数r2よりも余裕ある回転数とする)は第9の比R9が数式「 $1 \leq R9 \leq 1.1$ 」を満たすような最大のエンジン回転数r5(但し、定格回転数rmaxを上限値とする)に設定し(S52)、本学習処理を終了する。ここで、第8の比R8及び第9の比R9はそれぞれ数8及び数9により演算される。これにより、降坂時、排土時及び積込時以外に平地走行時にもエンジン発電により充電される。

【数8】

(但し、 $V4 < Vu$ )に設定し(S53)、本学習処理を終了する。ここで、第10の比R10は数10により演算される。これにより、降坂時、排土時及び積込時にエンジン発電により充電されると共に、登坂時車速V4を前回走行時の登坂時車速Vuよりも遅くして登坂時の放電量を少なくし、バッテリー7への充電が進むようにしている。

【数10】

モータの駆動電力量、及び駆動モータから回生される回生電力量をそれぞれ演算してバッテリーに対する電力量積算値を求めている。そして、求めた電力量積算値に基づいて、バッテリーの放電時の総電力量よりも充電時の総電力量が大きくなるように、現在の走行データを更新している。このように学習を行って走行データを更新するので、走行した時の充放電量により、走行路の所定の基準位置(例えば、露天掘鉱山の現場の低地部の所定位置等)にある時のバッテリーの充電状態が常時所定値以上になるように充電量が確保される。このとき、バッテリー充電のタイミングとして、エンジンの発電電力がモータ駆動電力に対して余裕があるとき(降坂時、排土時、積込時及び平地走行時等)は余った発電電力をバッテリーの充電に使用する、あるいは降坂時には、エンジンによる発電電力に加えて駆動モータによる回生電力によってバッテリーが充電されるように走行データが更新される。この結果、エンジン発電により走行しながら、バッテリーが可能な限り短時間で充電される。したがって、エンジンによる発電電力だけではモータ駆動力が不足するような時(例えば登坂時)に、直ちにバッテリーでモータ駆動をア

シストできるので、設定通りに高速走行が可能となり、サイクルタイムを短くして走行できる。また、バッテリーの略満充電状態から所定の使用可能な低充電状態までの範囲を短時間で放電や充電を行えるので、バッテリーを効率的に使用できる。さらに、小出力エンジンが搭載されていても、登坂時の大きな牽引力を出せるので、消費燃料を低減でき、生産性を向上できる。

【0039】さらに、降坂時の回生エネルギーを単に抵抗発熱させて無駄にすることなくバッテリーの充電電力として使用するので、充電及びモータ駆動に必要なエンジンの発電電力を従来に比して低減することができ、エンジンからの排気ガス量を低減できると共に、消費燃料も大きく低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に係るハード構成ブロック図である。

【図2】本発明に係るバッテリー充放電ルールの説明図である。

【図3】本発明に係るバッテリー充放電制御の機能構成ブロック図である。

【図4】本発明に係るバッテリー充放電及びエンジン発電の制御フローチャート例を示す。

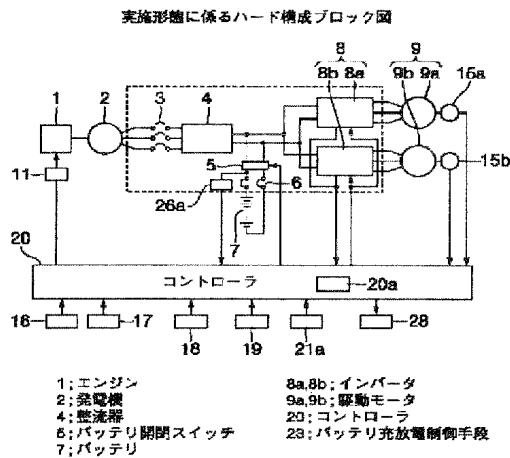
【図5】本発明に係るバッテリー充放電制御の学習の詳細フローチャート例である。

【図6】従来技術に係るダンプトラックの電気駆動方式の説明図である。

【符号の説明】

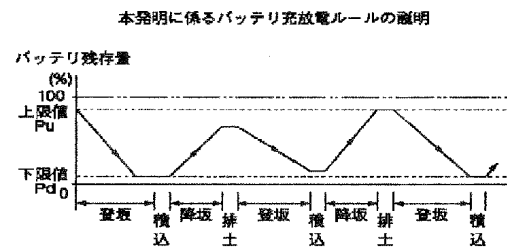
1…エンジン、2…発電機、4…整流器、5…バッテリー一開閉スイッチ、7…バッテリー、8a、8b…インバータ、9a、9b…駆動モータ、11…スロットルレバー制御部、15a、15b…回転数センサ、16…アクセル量検出器、17…ブレーキ量検出器、18…バッテリーモードスイッチ、20…コントローラ、21…走行データ入力手段、21a…走行データ設定スイッチ、22…走行データ記憶手段、23…バッテリー充放電制御手段、24…電力量積算手段、25…走行データ更新手段、26…バッテリー残存量検出手段、26a…バッテリー残存量検出センサ、28…データ表示器。

【図1】



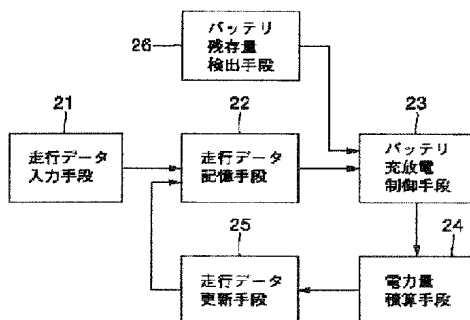
【図3】

【図2】

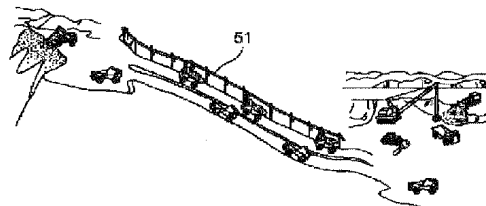


【図6】

本発明に係るバッテリー充放電制御の機能構成ブロック図

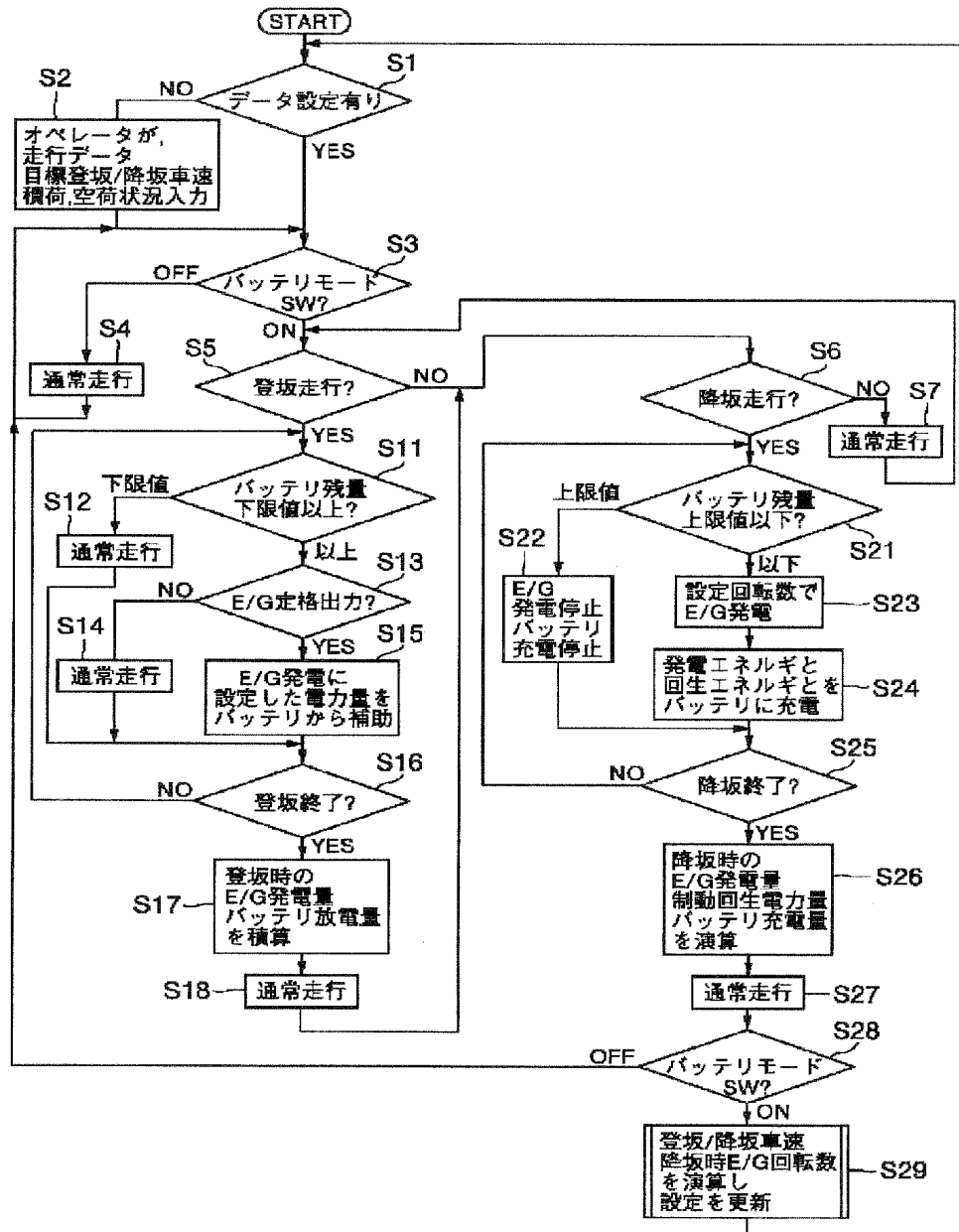


従来技術に係るダンプトラックの電気駆動方式の説明図



【図4】

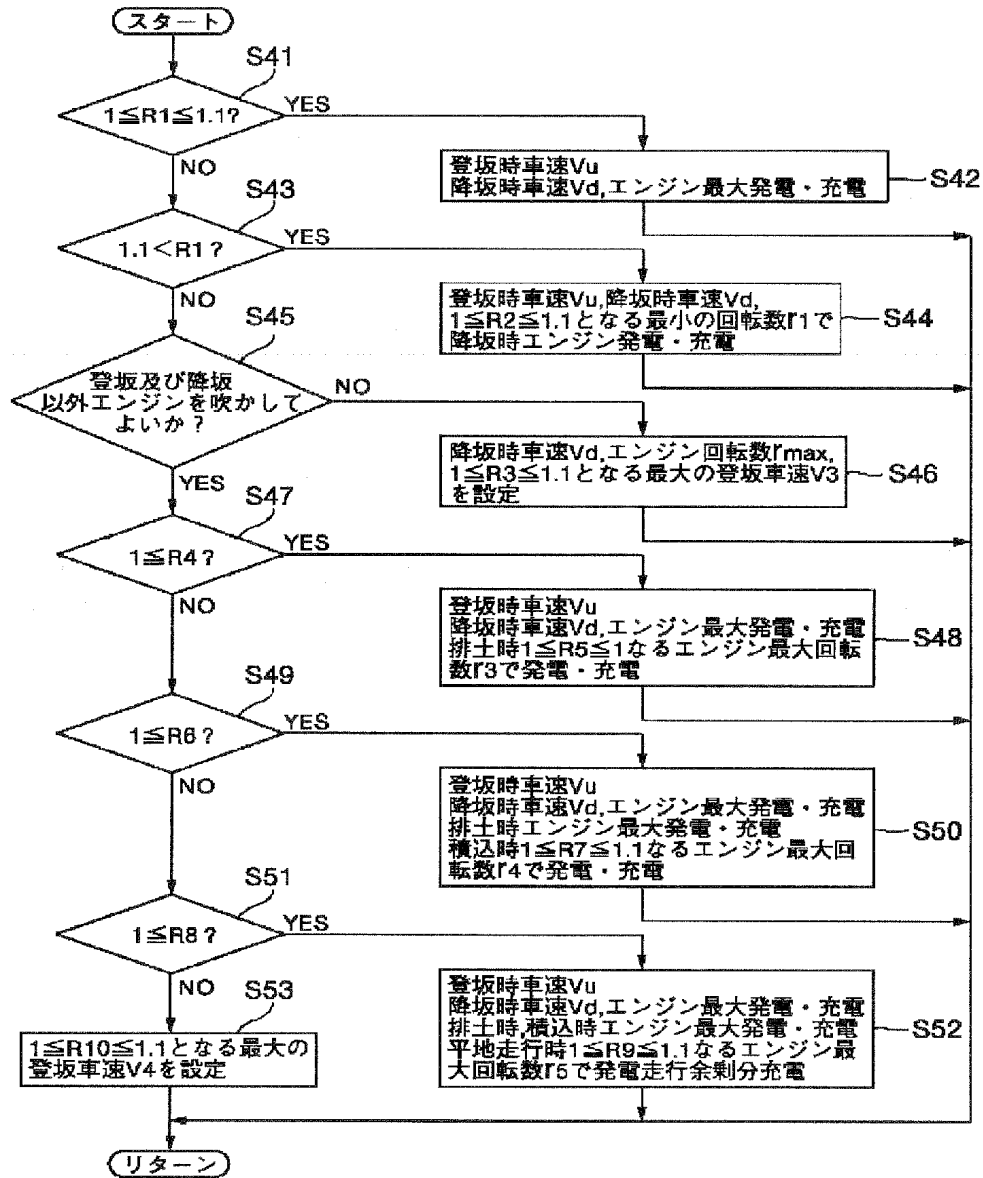
本発明に係るバッテリー充放電及びエンジン発電の制御フローチャート例





【図5】

本発明に係るバッテリー充放電制御の学習の詳細フローチャート例



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H115 PA12 PA13 PG09 P116 P124  
P129 PU08 PU24 PU26 PV07  
PV09 QE04 QE05 QE06 QE09  
QE10 Q103 Q104 QN03 QN06  
RE02 RE03 RE06 SE04 SE05  
SE06 TB01 TE02 T102 T105  
T110 T007 T014 T021 T023  
T030 TZ07 UB05 U113 U123